

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

10/089 92CT/JPG0/06905

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

08.11.00

REC'D 03 JAN 2001

WIPO PCT

JPO0/6905

12/4

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年10月19日

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第296753号

出願人
Applicant(s):

浜松ホトニクス株式会社

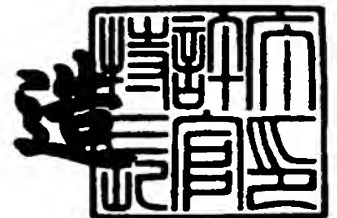
4

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年12月15日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3103453

【書類名】 特許願
 【整理番号】 HP99-0318
 【提出日】 平成11年10月19日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 H04N 5/335

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス
 株式会社内

【氏名】 豊田 晴義

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス
 株式会社内

【氏名】 中村 和浩

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス
 株式会社内

【氏名】 水野 誠一郎

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス
 株式会社内

【氏名】 山川 博雄

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1-1-2 6 番地の 1 浜松ホトニクス
 株式会社内

【氏名】 向坂 直久

【特許出願人】

【識別番号】 000236436

【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高速画像処理カメラシステム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の受光素子が 2 次元状に配列されて形成された少なくとも一つの受光素子アレイと、

前記受光素子アレイの所定のブロック毎に対応して設けられ、対応するブロック中の受光素子から順次読み出された出力信号をアナログ・デジタル変換する A/D 変換器を複数個有する A/D 変換器アレイと、

所定の演算用データを蓄積保持するデータバッファと、複数の演算素子を有し、前記 A/D 変換器アレイから転送された前記受光素子の出力信号に相当するデジタル信号に対して、前記所定の演算用データを用いて所定の並列演算を行う画像演算機構と、

前記 A/D 変換器アレイの出力信号又は前記画像演算機構の出力信号を所望のフレームレートの画像信号に変換して出力する信号変換器と、

前記信号変換器の画像信号変換を制御する信号変換制御部と、

前記各構成要素を制御する制御回路と、

を備えていることを特徴とする高速画像処理カメラシステム。

【請求項 2】 前記 A/D 変換器アレイの各 A/D 変換器は、前記受光素子アレイの受光素子の各行又は各列に対応して一つずつ設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の高速画像処理カメラシステム。

【請求項 3】 前記画像演算機構の各演算素子は、前記受光素子アレイのそれぞれに 1 対 1 に対応して設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の高速画像処理カメラシステム。

【請求項 4】 前記信号変換器の信号入力側に前記 A/D 変換器アレイの出力信号あるいは前記画像演算機構の出力信号を少なくとも数フレーム分蓄積記憶するバッファメモリをさらに備えていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の高速画像処理カメラシステム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像処理機能を備えた高速カメラシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】

F Aシステム等においてロボットを高速で動作させるためには、高速の画像処理が必要とされる。例えば、視覚センサとアクチュエータの間でフィードバックループを形成するロボットの場合、アクチュエータはミリ秒単位で制御可能であるため、本来はこれに対応した画像処理速度が必要になる。ところが、現状の視覚センサでは画像処理速度がビデオフレームレートに限られているため、この画像処理速度に合わせた低速動作しかできず、ロボットの性能を十分に活かしきれていないなどの問題があった。また、視覚センサを用いた検査システムにおいてもビデオフレームレートの制限から精度・速度向上には限界があった。

【0003】

一方、高速CCDカメラの中には1ミリ秒程度で画像を撮像できるものもあるが、これらは撮像した画像をいったんメモリに貯えて、後から読み出して処理を行う機構になっているため、画像解析などの用途には使えるが、実時間性はほとんどなく、ロボット制御やオンライン検査などの用途には適用できなかった。

【0004】

このような問題を解決するため、画像の取込部と処理部を一体として取り扱う視覚センサの研究が進んでおり、マサチューセッツ工科大学、カリフォルニア工科大学、三菱電機などの研究が知られている。しかし、これらは主として集積化の容易なアナログの固定回路を用いており、出力信号の後処理が必要であったり、アナログ信号特有の問題であるS/N確保やノイズ対策、画像処理の内容が特定用途に限定されていて汎用性がない、などの問題点があった。

【0005】

これらに対して汎用的な高速画像処理を行うことができる視覚センサとしては、特公平7-62866号公報に開示された技術（以下、従来技術1と呼ぶ）が知られている。さらに、集積化を進めるために特開平10-145680号公報に開示されているように、転送ラインを列毎に最適化した技術（以下、従来技術

2と呼ぶ)も提案されている。こうした視覚センサでは、演算素子と受光素子とを1対1に対応させて完全並列演算により高速化を実現している。また、受光素子の1列ごとに1つの演算素子に対応させて部分並列演算により高解像度センサを実現する技術が国際公開WO95/24793号公報で開示されている(以下、従来技術3と呼ぶ)。こうした視覚センサを生産ラインにおける検査装置に利用することで、検査時間の大幅な短縮が可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、実際の使用に当たっては、こうした画像処理と同時に、処理対象の画像を人間が目視によって確認する必要性が生じる場合が多い。例えば、ベルトコンベア上の製品検査をする場合においては、最終チェックを人間の目に任せている場合が多いため、人間が目視できる表示装置に出力する必要がある。また、調整時や設定時においても、撮像位置照明状態、ピント合せ、レンズ系の汚れ、などを目視により確認することは検査状況を把握するためには不可欠である。また、検査方法のアルゴリズムを確定する際にも、しきい値レベルの設定やマッチングポイントの設定などにおいて実画像を見ながら、処理の途中経過を画像としてモニターすれば、処理アルゴリズムの評価が効率良く行なえる。

【0007】

しかしながら、従来技術1～3の装置では、演算を行なった結果を特徴量(対象物の重心や検査結果)または制御信号(例えばモータ制御信号)の形でしか装置外部に出力しておらず、撮影した画像を効率よく外部の装置に出力する機能を有していない。仮に、外部の装置に出力したとしても、視覚センサからの画像のフレームレートは極端に早く、通常のテレビモニターでは対応できず、専用の表示装置が必要となり、システムが高価になる。さらに、視覚センサからの画像をそのまま表示できたとしても、人間の目の応答速度に限界があるため(ほぼ30ミリ秒)、必要な画像内容を人間が目視によって判断することはできない。

【0008】

また、特開平10-21407号公報には、こうした高速画像処理装置の画像情報と従来の画像処理装置からの画像情報をオーバーレイ表示することで、高速

に動く物体を解像度良くモニターする装置が開示されている（以下、従来技術４と呼ぶ）。しかしながら、この従来技術４においては、出力される画像のフレームレートが従来とほぼ同じビデオレートに制限されてしまうため、高速に動いている物体を観測する場合において、必要な情報を取り出すことが難しい。

【 0 0 0 9 】

例えば、自動工作機械におけるプレス的一瞬间やドリルの貫通する瞬間、部品を挿入する瞬間やゴルフや野球におけるボールがクラブやバットに当たる瞬間など、所定のタイミングの映像が重要な意味を有する場合に、こうした適切なタイミングの映像を目視により判断できるよう表示させることは困難であった。

【 0 0 1 0 】

そこで、本発明は、高速での画像演算を行うとともに、特に重要なタイミングにおける画像をモニター可能な視覚センサである高速画像処理カメラを提供することを課題としている。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を達成するため、本発明に係る高速画像処理カメラシステムは、（１）複数の受光素子が２次元状に配列されて形成された少なくとも一つの受光素子アレイと、（２）受光素子アレイの所定のブロック毎に対応して設けられ、対応するブロック中の受光素子から順次読み出された出力信号をアナログ・デジタル変換するＡ／Ｄ変換器を複数個有するＡ／Ｄ変換器アレイと、（３）所定の演算用データを蓄積保持するデータバッファと、複数の演算素子を有し、Ａ／Ｄ変換器アレイから転送された受光素子の出力信号に相当するデジタル信号に対して、所定の演算用データを用いて所定の並列演算を行う画像演算機構と、（４）Ａ／Ｄ変換器アレイの出力信号又は画像演算機構の出力信号を所望のフレームレートの画像信号に変換して出力する信号変換器と、（５）信号変換器の画像信号変換を制御する信号変換制御部と、（６）各構成要素を制御する制御回路と、を備えていることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

本発明に係る高速画像処理カメラシステムによれば、複数配置された演算素子

によって並列演算処理を行うことでリアルタイムでの高速画像処理が可能となる。そして、データバッファに蓄積された所定の演算用データを用いることで、特に比較演算等を高速化できる。そして、画像演算機構とA/D変換器アレイの出力信号を画像表示を行うモニターに対応した低いフレームレートの画像信号に変換して出力する信号変換器を備えているので、受光素子アレイで得られた画像（生画像）あるいは画像処理により得られた画像の中から任意の画像を抽出して表示することができる。

【0013】

A/D変換器アレイの各A/D変換器は、受光素子アレイの受光素子の各行又は各列に対応して一つずつ設けられていることが好ましい。このようにすると、演算素子への転送が容易であり、回路設計がしやすくなる。

【0014】

また、画像演算機構の各演算素子は、受光素子アレイのそれぞれに1対1に対応して設けられていてもよい。このようにすると、画素単位での演算処理を同時に一度の演算で行うことができ、画像処理の高速化が図れる。

【0015】

信号変換器の信号入力側にA/D変換器アレイの出力信号又は画像演算機構の出力信号を少なくとも数フレーム分蓄積記憶するバッファメモリをさらに備えていることが好ましい。このようにすれば、特定のタイミングにおける連続画像等の複数の画像を抽出して表示させることができ好ましい。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の参照番号を附し、重複する説明は省略する。

【0017】

まず、図1を参照して本発明に係る高速画像処理カメラシステム全体の構成を簡単に説明する。図1は、本発明に係る高速画像処理カメラシステムの第一の実施形態のブロック図である。本実施形態の高速画像処理カメラは、N1個×N2

個の 2 次元状に配置された受光素子 120 からなる受光素子アレイ 11 と、受光素子アレイ 11 の 1 列ごとに対応して受光素子から出力された電荷を電圧信号に変換する N 2 個のチャージアンプ 221 からなる並列アンプ 12 と、チャージアンプからの出力信号を A/D 変換する N 2 個の A/D 変換器 210 からなる A/D 変換器アレイ 13 と、画像前処理回路 401、画像比較処理回路 402、画像後処理回路 403、データ制御装置 404、データバッファ 405 からなる画像演算機構 14 と、回路全体に命令信号等を送って制御する制御回路 15 と、制御回路 15 からの信号を各回路に送るインストラクション/コマンドバス 16 と、A/D 変換器アレイ 13 又は画像演算機構 14 からのデータを表示画像信号に変換する信号変換器 17 および変換した表示画像信号により画像表示を行うモニタ 18 および信号変換制御部 19 から構成されている。モニタ 18 は、例えば、テレビモニターであり、その画像を利用して目視検査を行うものである。あるいは、モニタ 18 に替えて、信号変換器 17 の出力信号をコンピュータに直接入力してもよい。この場合は、さらに従来の画像処理技術による画像処理を行うこともできる。

【0018】

図 2 は、装置の構成例を示したものである。受光素子アレイ 11 と画像演算機構 14、制御回路 15 などの半導体チップを 1 つの基板の上にボンディングした図である。チップを直接基板にボンディングするため高集積化が可能であり、また、それぞれの装置の特性に合わせた加工工程を採用できるため、安定した生産が可能となる。将来的にはプロセス技術の向上により 1 チップ上に全ての機能を集積することも可能である。

【0019】

続いて、各回路の内部構成について説明する。図 3 は、画像入力部の詳細構成を示している。画像入力部は、光を検出する受光部 100（図 1 に示す受光素子アレイ 11 に相当）、受光部 100 からの出力信号を処理する信号処理部 200（図 1 に示す並列アンプ 12 及び A/D 変換器アレイ 13 に相当）、受光部 100 及び信号処理部 200 に動作タイミングの指示信号を通知するタイミング制御部 300（図 1 に示す制御回路 15 の一部に相当）を備えている。

【0020】

最初に、図3により、図1の受光素子アレイ11に相当する受光部100の構成を説明する。受光素子120は、入力した光強度に応じて電荷を発生する光電変換素子130と、光電変換素子130の信号出力端子に接続され、垂直走査信号 V_i ($i = 1 \sim N1$) に応じて光電変換素子130に蓄積された電荷を出力するスイッチ素子140を1組として構成されている。この受光素子120が第1の方向（以下垂直方向と呼ぶ）に沿って $N1$ 個配置され、各受光素子120のスイッチ素子140が電氣的に接続されて垂直受光部110を構成している。そして、この垂直受光部110を垂直方向に直交する水平方向に沿って $N2$ 個配列することにより受光部100が構成されている。

【0021】

次に、同じく図3により、図1では並列アンプ12及びA/D変換器アレイ13に相当する信号処理部200の構成を説明する。信号処理部200は、対応する垂直受光部110 $_j$ ($j = 1 \sim N2$) から転送されてきた電荷を個別に取り出して、処理し、この電荷強度に対応するデジタル信号を出力するA/D変換器210 $_j$ を $N2$ 個配置して構成されている。A/D変換器210 $_j$ は、チャージアンプ221 $_j$ を含む積分回路220 $_j$ と比較回路230 $_j$ と容量制御機構240 $_j$ の3つの回路から構成される。本実施形態では、チャージアンプ221をA/D変換器221を含む回路構成になっている。

【0022】

このうち、積分回路220 $_j$ は、垂直受光部110 $_j$ からの出力信号を入力として、この入力信号の電荷を増幅するチャージアンプ221 $_j$ と、チャージアンプ221 $_j$ の入力端子に一方の端が接続され、出力端子に他方の端が接続された可変容量部222 $_j$ と、チャージアンプ221 $_j$ の入力端子に一方の端が接続され、出力端子に他方の端が接続されて、リセット信号Rに応じてON、OFF状態となり、積分回路220 $_j$ の積分、非積分動作を切り替えるスイッチ素子223 $_j$ からなる。

【0023】

ここで、図4は、この積分回路220の詳細構成図である。本図は、4ビット

つまり 1 6 階調の分解能を持つ A/D 変換機能を備える積分回路の例であり、以下、この回路構成により説明する。可変容量部 2 2 2 は、チャージアンプ 2 2 1 の垂直受光部からの出力信号の入力端子に一方の端子が接続された容量素子 $C_1 \sim C_4$ と、容量素子 $C_1 \sim C_4$ の他方の端子とチャージアンプ 2 2 1 の出力端子の間に接続され、容量指示信号 $C_{11} \sim C_{14}$ に応じて開閉するスイッチ素子 $SW_{11} \sim SW_{14}$ と、容量素子 $C_1 \sim C_4$ とスイッチ素子 $SW_{11} \sim SW_{14}$ の間に一方の端子が接続され、他方の端子が GND レベルと接続されて、容量指示信号 $C_{21} \sim C_{24}$ に応じて開閉するスイッチ素子 $SW_{21} \sim SW_{24}$ により構成されている。なお、容量素子 $C_1 \sim C_4$ の電気容量 $C_1 \sim C_4$ は、

$$C_1 = 2 C_2 = 4 C_3 = 8 C_4$$

$$C_0 = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$$

の関係を満たす。ここで、 C_0 は積分回路 2 2 0 で必要とする最大電気容量であり、受光素子 1 3 0 (図 3 参照) の飽和電荷量を Q_0 、基準電圧を V_{REF} とすると

$$C_0 = Q_0 / V_{REF}$$

の関係を満たす。

【0 0 2 4】

再び、図 3 に戻り、A/D 変換器 2 1 0_j の積分回路 2 2 0_j 以外の回路を説明する。比較回路 2 3 0_j は、積分回路 2 2 0_j から出力された積分信号 V_S の値を基準値 V_{REF} と比較して、比較結果信号 V_C を出力する。容量制御機構 2 4 0_j は、比較結果信号 V_C の値から積分回路 2 2 0_j 内の可変容量部 2 2 2_j に通知する容量指示信号 C を出力すると共に、容量指示信号 C に相当するデジタル信号 D_1 を出力する。

【0 0 2 5】

続いて、図 3 に示すタイミング制御部 3 0 0 の構成を説明する。全回路のクロック制御を行う基本タイミングを発生する基本タイミング部 3 1 0 と、基本タイミング部 3 1 0 から通知された垂直走査指示に従って、垂直走査信号 V_i を発生する垂直シフトレジスタ 3 2 0 と、リセット指示信号 R を発生する制御信号部 3 4 0 により構成されている。

【0026】

次に、画像演算機構 14 内の構成について具体的に説明する。画像演算機構 14 内の前処理回路 401、比較処理回路 402、後処理回路 403 は、それぞれ演算処理内容に合わせた特有の回路構成を有しており、複数の処理回路を平行あるいはカスケード接続して構成してもよい。こうした画像処理のハードウェアを簡易に開発実装できる FPGA(Field Programmable Gate Array)などを利用することにより、演算対象に応じた処理をハードウェア化する作業を効率的に行うことができる。さらに、HDL(ハードウェア記述言語)によりソフトウェアによって回路設計が可能となっているため、従来のノウハウの活用が容易に行うことができる。

【0027】

以下、前処理として雑音除去、後処理としてエッジ抽出、重心検出を行う処理回路を例に前処理回路 401、比較処理回路 402、後処理回路 403 の具体的な構成を説明する。

【0028】

まず、図 5 は、これら前処理回路 401、比較処理回路 402、後処理回路 403 の全体構成を示したブロック図である。雑音除去を行う前処理回路 401 は、受光素子アレイ 11 の各列毎に 1 つずつのビット比較器 407 が配置されて構成されている。各比較器 407 のもう一つの入力端はインストラクション/コマンドバス 16 を介して制御回路 15 と接続されている。

【0029】

比較処理回路 402 は、受光素子アレイ 11 の各列毎に 1 つずつの減算器 408 が配置されて構成されている。各減算器 408 の正入力端には前処理回路 401 で処理された信号が入力され、負入力端には、データバッファ 405 から所定の信号が入力される。

【0030】

後処理回路 403 は、重心検出回路 409 と、受光素子アレイ 11 の各列ごとに 1 つずつ配置された積和演算器 430 からなる 3×3 マスク演算回路を有している。

【0031】

図6は、重心検出回路409の具体的な回路構成を示している。この重心検出回路409は、まず、受光素子アレイ11の各列毎、すなわち、A/D変換器210のそれぞれに対応して加算器410とこれに接続された乗算器411を有し、乗算器411のもう一つの入力端には、列位置データ供給回路412が接続されている。乗算器411のそれぞれの出力端は、共通の加算器413の対応するN2個の入力端に接続され、加算器413の出力端は割算器414の被除数入力端に接続されている。

【0032】

一方、A/D変換器210のそれぞれの出力端は、加算器415のN2個ある入力端のうちの対応する入力端に接続されている。この加算器415の出力端は、加算器418の入力端と、乗算器416の入力端に接続されている。乗算器416のもう一つの入力端には、行位置データ供給回路417が接続されている。乗算器416の出力端は加算器419の入力端に接続されており、この加算器419の出力端は割算器420の被除数入力端に接続されている。そして、割算器414、420のそれぞれの除数入力端には加算器418の出力端が接続されている。

【0033】

図7は、3×3マスク演算回路を示している。この回路は、近傍画素の画素データを用いて各種の画像処理演算を行うことができる。回路を構成する積和演算器430は、当該列の各画素ラインとその上下の各列の画素ラインに接続されているデータ転送ライン440_{j-1}、440_j、440_{j+1}に接続されている。そして、積和演算器430内には、9個の乗算器431₁～431₉と1個の加算器432が配置され、各乗算器431の出力が加算器432の対応する入力端に接続されている。乗算器431₁～431₉は3個ずつがそれぞれのデータ転送ライン440_{j-1}、440_j、440_{j+1}に接続され、データの転送に伴って所定の受光素子120とそれを囲む8つの受光素子から送られ、前処理回路401、比較処理回路402で処理された画像データがそれぞれの入力端に入力される構成になっている。乗算器431₁～431₉の他の入力端は、マスクデータ供給回路45

0に接続されており、演算内容を規定するマスク情報が送られる。

【0034】

図8は、信号変換器17の詳細構成を示すブロック図である。信号変換器17内には、一列分(N1画素分)の画像データを所定の画面数分蓄積するデータバッファ17.1がN2個配列され、これらのデータバッファ17.1には、デジタル画像信号をアナログ信号に変換するD/A変換器17.2とモニタ18(又は後段の汎用画像処理装置=コンピュータ)のフレームレートに合わせて適切な同期信号を付加することにより画像信号を生成する同期信号混合器17.3が接続されて構成される。

【0035】

図9は、処理の概要を説明する図である。ここでは、画像演算の前処理として雑音除去を行った後、比較演算として背景除去を行い、後処理として重心検出、エッジ抽出を行ったうえで、処理結果を元の画像と重ね合わせて表示する場合を例に説明する。

【0036】

まず、リセット信号Rを有為に設定し、図4に示す可変容量部222のSW11~SW14を全て「ON」、SW21~SW24を全て「OFF」状態にする。これにより、チャージアンプ221の入力端子と出力端子間の容量値を C_0 に設定する。それと同時に、図3に示す全てのスイッチ素子140を「OFF」状態とし、垂直走査信号Viをいずれの受光素子120も選択しない状態に設定する。この状態から、リセット指示信号Rを非有為に設定し、各積分回路220での積分動作を開始させる。

【0037】

積分動作を開始させると、図3に示すN2個の各垂直受光部110_jにある第1番目の受光素子120_{1,j}のスイッチ素子140のみを「ON」とする垂直走査信号V₁が出力される。スイッチ素子が「ON」になると、それまでの受光によって光電変換素子130に蓄積された電荷Q₁は、電流信号として受光部100から出力される。つまり、光電変換素子の信号を読み出すことができる。電荷Q₁は容量値C₀に設定された可変容量部222に流入する。

【 0 0 3 8 】

次に、図 4 により積分回路 2 2 0 内部の動作を説明する。容量制御機構 2 4 0 (図 3 参照) は、SW 1 2 ~ SW 1 4 を開放した後、SW 2 2 ~ 2 4 を閉じる。この結果、積分信号 V_S は、

$$V_S = Q / C_1$$

で示す電圧値として出力される。積分信号 V_S は、比較回路 2 3 0 に入力して、基準電圧値 V_{REF} と比較される。ここで、 V_S と V_{REF} の差が、分解能の範囲以下、すなわち $\pm (C_4 / 2)$ 以下の時は、一致したものとみなし、更なる容量制御は行わず、積分動作を終了する。分解能の範囲で一致しないときは、更に容量制御を行い、積分動作を続ける。

【 0 0 3 9 】

例えば、 $V_S > V_{REF}$ であれば、容量制御機構 2 4 0 は、更に、SW 2 2 を開放した後に、SW 1 2 を閉じる。この結果、積分信号 V_S は、

$$V_S = Q / (C_1 + C_2)$$

で示す電圧値となる。この積分信号 V_S は、後続の比較回路 2 3 0 (同) に入力して、基準電圧値 V_{REF} と比較される。

【 0 0 4 0 】

また、 $V_S < V_{REF}$ であれば、容量制御機構 2 4 0 は、更に、SW 1 1 及び SW 2 2 を開放した後に、SW 1 2 及び SW 2 1 を閉じる。この結果、積分信号 V_S は、

$$V_S = Q / C_2$$

で示す電圧値となる。この積分信号 V_S は、後続の比較回路 2 3 0 に送出され、基準電圧値 V_{REF} と比較される。

【 0 0 4 1 】

以後、同様にして、積分回路 2 2 0 → 比較回路 2 3 0 → 容量制御機構 2 4 0 → 積分回路 2 2 0 のフィードバックループによって、積分信号 V_S が基準電圧値 V_{REF} と分解能の範囲で一致するまで、比較及び容量設定 (SW 1 1 ~ SW 1 4 及び SW 2 1 ~ SW 2 4 の ON / OFF 制御) を順次繰り返す。積分動作が終了した時点の SW 1 1 ~ SW 1 4 の ON / OFF 状態を示す容量指示信号 $C_{11} \sim C_{14}$ の

値は、電荷 Q_1 の値に対応したデジタル信号であり、最上位ビット(MSB)の値が C_{11} 、最下位ビット(LSB)の値が C_{14} である。こうしてA/D変換が行われ、これらの値をデジタル信号D1として、画像演算機構14に出力する。以上述べたように、この装置では、デジタル信号D1の各ビット値は、MSB側からLSB側へ1ビットずつ順に定まる。

【0042】

第1番目の受光素子 $120_{1,j}$ の光電出力に相当するデジタル信号の送出が終了すると、リセット信号Rが有為とされ、再び、非有為にして、可変容量部 $22_{2,j}$ の容量値を初期化した後に、各垂直受光部 110_j の第2番目の受光素子 $120_{2,j}$ のスイッチ素子140のみを「ON」とする垂直走査信号 V_2 を出力し、上述と同様の動作により、第2番目の受光素子 $120_{2,j}$ の光電出力を読み出し、これに相当するデジタル信号を送出する。以下、垂直走査信号を切り替えて、全受光素子120の光電出力を読み出し、相当するデジタル信号を画像演算機構14に出力する。

【0043】

次に、画像演算機構14の動作を図1および図5～図9により説明する。まず、図5に示される前処理回路401により雑音除去を行う。撮像された対象物900の生画像901には、雑音成分が含まれている。そこで、コンパレータ401により画像信号と所定の閾値である比較信号との比較を行い、画像信号が比較信号と一致又は大きいときにのみ画像信号を出力し、小さいときは0を出力する。これにより、比較信号が所定値以下の場合には、雑音として除去される。この結果、図9に示されるような生画像901の前処理(雑音除去)画像902が得られる。

【0044】

次に、比較処理回路402により、背景除去を行う。データバッファ405には予め背景画像903の画像データが記憶されている。データ制御装置404は、データバッファ405から各減算器408への画像データの転送を制御する。そして、比較処理回路402の各減算器408は、前処理画像902の画像信号からこの背景画像903の画像信号を減算することにより、前処理画像902か

ら背景画像 9 0 3 を除去した抽出画像 9 0 4 を生成する。

【0 0 4 5】

生成された抽出画像 9 0 4 の画像信号は後処理回路 4 0 3 の重心検出回路 4 0 9 とそれぞれの積和演算器 4 3 0 (3×3 マスク演算回路) に送られる。

【0 0 4 6】

まず、重心検出回路 4 0 9 での処理を説明する。ここで、画像データを $D(x, y)$ とすると、 x 方向、 y 方向の重心座標 (P_x, P_y) は以下の式により求められる。

【0 0 4 7】

【数 1】

$$P_x = \frac{\sum_{x=1}^{N_1} \sum_{y=1}^{N_2} x \times D(x, y)}{\sum_{x=1}^{N_1} \sum_{y=1}^{N_2} D(x, y)} \quad \dots(a)$$

$$P_y = \frac{\sum_{x=1}^{N_1} \sum_{y=1}^{N_2} y \times D(x, y)}{\sum_{x=1}^{N_1} \sum_{y=1}^{N_2} D(x, y)} \quad \dots(b)$$

【0 0 4 8】

本演算回路では、(a) (b) 式に共通する分母とそれぞれの分子を並列的に演算する。具体的には、加算器 4 1 0 で 1 列内の画素データを加算した後、これと列位置データ供給回路 4 1 2 から送られた列位置情報 y とを乗算器 4 1 1 の各々で掛け合わせ、得られた結果を加算器 4 1 3 で全列分加算することで、(b) 式の分子の値が得られる。

【0 0 4 9】

一方、同一行の各列の画像データは、加算器 4 1 5 で一斉に加算された後、さらにそれらを加算器 4 1 8 で全列加算することで (a) (b) 式のそれぞれの分母の値が得られる。一行分毎に加算された画像データの値は同様に乗算器 4 1 6 に送られ、行位置データ供給回路 4 1 2 から送られた行位置情報 x と掛け合わせ

れた後に加算器 419 で全行分を加算することで、(a) 式の分子の値が得られる。

【0050】

割算器 414、420 でこうして得られた行位置あるいは列位置で重み付けした画像データの総和値を加算器 418 から出力された画像データの総和値で割ることにより、割算器 414 から P_y 、割算器 420 から P_x に相当する出力が得られる。こうして得られた重心座標は例えば、図 9 に示される画像 905 のように画像内に表示した円中の×印の交点として示すことができる。

【0051】

次にエッジ抽出処理について説明する。エッジ抽出は、図 7 に示される 3×3 積和演算器 430 によって行われる。この 3×3 積和演算器 430 は、次式で示される画像処理演算を行う。

【0052】

【数 2】

$$D'(j,k) = \text{mask}(0) \times D(j-1,k-1) + \text{mask}(1) \times D(j-1,k) + \text{mask}(2) \times D(j-1,k+1) \\ + \text{mask}(3) \times D(j,k-1) + \text{mask}(4) \times D(j,k) + \text{mask}(5) \times D(j,k+1) \\ + \text{mask}(6) \times D(j+1,k-1) + \text{mask}(7) \times D(j+1,k) + \text{mask}(8) \times D(j+1,k+1) \quad \dots(c)$$

【0053】

ここで、 $D(x, y)$ は入力画像データであり、 $D'(x, y)$ が出力画像データ、 mask はマスクデータである。エッジ抽出処理においては、 mask の値を以下のように設定してラプラシアン演算を行う。

【0054】

【数 3】

$$\text{mask} = \{1, 1, 1, 1, -8, 1, 1, 1, 1\} \quad \dots(d)$$

【0055】

元の画像データ $D(x, y)$ は、列並列に MSB より順次ビットシリアルでデータ転送ライン 440 を介して転送される。この際に、各乗算器 431 には、近傍 3×3 画素の画像データ $D(j \pm 1, k \pm 1)$ がそれぞれ入力される。一方、マ

スクデータ供給回路 4 5 0 から、式 (d) に示されるマスクデータが各乗算器 4 3 1 へと入力される。マスクデータと画像データの乗算結果は加算器 4 3 2 に送られて加算され、得られた演算結果、つまり、エッジ抽出結果が出力される。これが図 9 に示されるエッジ抽出画像 9 0 6 である。

【0 0 5 6】

さらに、式 (c) で用いるマスクデータを変更することで各種の演算を行うことが可能である。例えば、スムージングであれば、mask として {1, 1, 1, 1, 8, 1, 1, 1, 1} を、縦線検出であれば、mask として {-1, 0, 1, -1, 0, 1, -1, 0, 1} を、横線検出であれば、mask として {-1, -1, -1, 0, 0, 0, 1, 1, 1} をそれぞれ用いればよい。

【0 0 5 7】

以上の計算処理は列毎の並列演算を採用して、計算時間を短縮して高速化しているため、高速フレームレートで取得した画像をリアルタイムで処理できる。

【0 0 5 8】

次に、処理画像と画像データの重ね合わせについて図 8～図 10 を参照して説明する。図 10 は、重ね合わせを説明するために示す画像データ信号のタイミングチャートである。生画像の画像データは、図 10 (a) に示されるように、1 列分の信号がビットシリアル信号として MSB より順次出力される。各画素のデータは 8 ビットで構成され、各々の画素データの間には、アンプや A/D のリセットのための無信号時間が存在する。そこで、図 10 (b) に示されるように画像処理結果を生画像の画素データ間のこの無信号時間部分に埋め込んで、生画像データ 8 ビット + 処理結果画像データ 2 ビット = 10 ビットのデータを生成する。後段の表示装置や演算装置の制約から出力画像データを 8 ビット長に維持する必要がある場合は、生画像の最下位ビットのかわりに処理結果を最下位あるいは最上位ビットに入れればよい。例えば、生画像の上位 6 ビットの前に、重心情報、エッジ抽出画像信号をそれぞれ 1 ビットずつ、この順序で挿入すると、図 9 に示されるような生画像のエッジを強調して重心位置が表示される重ね合わせ画像 9 0 5 が生成される。この重ね合わせは、図 8 に示されるデータバッファ 1 7 1 への信号の入力先を演算素子アレイ 1 4 からのラインとこれを回避する A/D 変

換器アレイ 13 からのラインとの間で切り替えることで行うことができる。

【0059】

こうして生成された重ね合わせ信号は、信号変換器 17 内で信号変換制御部 19 からの指示によりモニタ 18 で表示するのに適した画像信号に変換される。従来技術 4 の装置では、画像センサのフレームレートが 30 ミリ秒と制限されており、さらに図 11 に示されるように画像表示のタイミングに合わせて画像転送、処理演算を行う必要があるため、高速での画像処理演算は不可能であった。これに対して、本実施形態の装置では、画像転送、画像演算を高速で行い、任意のタイミングの映像をデータバッファ 171 に蓄積しておいて D/A 変換器 172、同期信号混合器 173 によりモニタ 18 側のフレームレートに合わせた映像信号を生成して出力することで、図 12 にタイミングチャートを示すように、所定のタイミングの映像を抽出して時間的に引き延ばして表示することが可能である。

【0060】

例えば、図 13 (a) ~ (c) を参照して既にチップ 51、52 が実装されている基板 50 上にさらにチップ 53 を装置 54 を用いて実装する瞬間の画像を抽出する例について説明する。図 13 (b) が所望のチップ 53 が実装される瞬間の画像であり、図 13 (a)、図 13 (c) はそれぞれその前後のタイミングで取得された画像である。

【0061】

このチップ 53 が実装される瞬間の画像を抽出するためには、入力画像の中から、特徴抽出演算によって対象画像であるチップ 53 を抽出し、その対象が基板の所定の位置に実装されるタイミングで画像を出力する。具体的には、まず、入力画像 $D(x, y)$ が画像演算素子 14 に転送され、予めデータバッファに記憶されている検索画像 $s(x, y)$ (大きさ $n1 \times m1$) を検索する。マッチングの演算アルゴリズムは数多く提案されているが、ここでは最も簡便な演算である差分演算で示す。

【0062】

【数 4】

$$\text{ERROR}(p,q) = \sum_{i=0}^{n1-1} \sum_{j=0}^{m1-1} |P(p+i,q+j) - s(i,j)|$$

【0 0 6 3】

この関数 E-r-r-o-r の値の最も小さい瞬間が「希望するタイミング」ということになる。入力画像 $D(x, y)$ と比較画像 $s(x, y)$ との一致度をリアルタイムで検出し、最小の誤差が得られたタイミングにおける画像データおよびその前後の画像列を出力画像とするように信号変換制御部 1 9 から信号変換器 1 7 に対して画像信号への変換を指示する。このようにして希望のタイミングの画像（図 1 0 (b) に示されるタイミングの画像）前後の映像をモニタ 1 8 に表示させることができる。

【0 0 6 4】

たとえば、本機能を用いることで、「ドリルが加工対象に接触する瞬間」や「バットがボールにぶつかる瞬間」とその前後の、最も重要な情報を含む画像列を抽出してモニター画像出力することが可能となる。従来の画像処理装置の演算はほとんど同様な手法でハードウェア化可能であるため、高速対象物の画像処理を実現できる。

【0 0 6 5】

特に、本装置においては、並列受光素子アレイ 1 1 からの信号を列並列で転送しており、画像演算機構 1 4 により並列演算を行なうことで、高速な演算処理が実現できる。高速移動物体を追跡する場合に、物体に回転や向きの変化がある場合には、従来の TV カメラのような遅いフレームレート (3 0 H z) では、対象物の画像上の形状が変化してしまうため、フレーム間の画像から同じ対象物を判断するために非常に複雑なアルゴリズムが必要となりリアルタイムに表示させることが困難であった。一方、本装置のように高いフレームレート (> 1 K H z) で画像が捉えられる場合には、フレーム間の画像の違いは小さいために、上記のような簡単なアルゴリズムで高速にマッチングが行なえることになり、対象物を正確に追跡することが可能となる。

【0066】

ここでは、信号変換器に複数の画面分のデータバッファ171を有する例について説明してきたが、特定のタイミングの静止映像のみを取得すれば充分である場合には、データバッファ171を省略することでより簡易な装置構成とすることも可能である。

【0067】

また、上記のシステムにおいて、さらに高速なフレームレートで処理を行いたい場合には、A/D変換器221における階調を少なくすることで、単位時間あたりにデータを転送する画素数を増やして高速化を実現できる。具体的には、図4を用いて説明したA/D変換器221において、最上位ビットから順に比較演算を行うが、希望のビット数まで変換を終了した時点で、リセットを行い、次の画素の変換を行うことで、任意の階調でA/D変換を行うことが可能となる。本システムでは、少ない接続配線で並列処理を行わせるため、ビットシリアル転送（1本の配線を用いてA/D変換器221から出力される上位ビットから順に転送する）を利用しているため、ビット数が変わった場合には、有効なビット数分の演算を行うことで用意に対応できる。この場合は、データバッファ405にも、同様のビット数の画像を比較画像として蓄積してもよい。あるいは、データ制御装置404を制御してビット数を変更して読み出してもよい。

【0068】

また、高速なフレームレートで処理を行いたい場合のもう1つの方法としては、解像度を少なくして情報量を少なくした状態で演算を行う方法もある。これは、図1、図3に示される受光素子アレイ11において隣接する複数の受光素子120の出力信号を同時に読み出すことにより、例えば128×128画素の画像を、64×128画素（横方向に2点ずつ同時）、32×128画素（横方向に4点ずつ同時）として読み出すことで、画像のデータ量をそれぞれ50%、25%に減少させて、演算速度を2倍、4倍に向上させることが可能である。このように、複数のピクセルの電流和を取って、高速処理を実現する手段はビニングと呼ばれている。

【0069】

対象に合わせて、この2つの機能を用いれば、通常の監視状態では、アナログ階調の少ない画像や、解像度の荒い画像を用いて、高速なフレームレートで対象を追従し、希望するタイミングに近づいたところで、多階調又は高解像度な画像を取得し、細かい検査を行う。といった適応的な画像処理を行うことが可能となる。この場合、階調や解像度の違う画像についてマッチングをおこなうこととなるため、それぞれの条件における比較画像をデータバッファに用意し、それぞれと比較演算することが好ましい。

【0070】

また、データバッファ405にバックグラウンド画像を記憶しておき、比較処理回路402によって、取り込んだ画像からバックグラウンド画像の減算を行って出力画像とすることで、リアルタイムにバックグラウンド減算した画像を出力することも可能である。

【0071】

さらに、データバッファ405に1つ前のフレームの画像を記憶しておき、比較処理回路402によって、取り込んだ画像から前フレームの画像の減算を行って出力画像とすることで、前画像との差分画像、すなわち、移動している物体のみを抽出した画像を生成して出力することが可能となる。このとき、現フレームとの単純な減算を行うのではなく、前フレーム画像（データバッファ）と現フレームの画像との比較を行った後、後処理回路403で、画像信号がある閾値以上の画素を「動いた画素」と判定して、最終的な出力信号とすることで、画像の中から動いているものだけを鮮明に出力したり、この画像出力を元に重心演算装置によって重心を演算することで、動いている物体の正確なトラッキングが実現できる。

【0072】

また、これまで説明した実施例では、画像処理を行う並列演算装置として、列並列に演算装置を用意して行う列並列方式を用いて、説明を行った。こうした並列化により、画像データのように大規模な演算を必要とする処理を高速におこなうことが可能となる。並列演算の方式としては、上記の例のほかにも、受光素子アレイをいくつかのブロックに分割しブロック毎に1つの処理回路400a（前

処理回路 4 0 1、比較処理回路 4 0 2、後処理回路 4 0 3 に相当) を用意するブロック並列型 (図 1 4) や、2 次元受光素子アレイに 1 対 1 で処理回路 4 0 0 b を用意する完全並列型 (図 1 5) など、用途や集積度、演算速度に応じて選択できる。ブロック並列型は、領域毎にマッチングや重心などを効率的に求める特長を持ち、完全並列型では、高速性が最大の特長となる。いずれの方式も、列毎又はブロック毎に A/D 変換器 2 1 0 を用意して効率的に A/D 変換を行い、部分並列または完全並列とした処理回路 4 0 0 a、4 0 0 b において画像処理を高速に行うアーキテクチャは共通している。

【0 0 7 3】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、画像演算機構にデータバッファを備えているので、特に比較演算を始めとする画像処理を並列処理により高速化でき、さらに目視検査等に必要となる所望のタイミングでの高速処理画像のモニタ表示、例えば、注目すべき画像のみを抽出したモニタ表示が可能となる。

【0 0 7 4】

また、信号変換器に複数の画面の画像情報を蓄積可能なデータバッファを設けることで、所望のタイミング付近の映像を時間的に引き延ばしてモニタ表示することも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る高速画像処理カメラシステムの第一の実施形態のブロック図である。

【図 2】

図 1 の実施形態を示す概略構成図である。

【図 3】

図 1 の実施形態の受光素子アレイ、並列アンプ及び A/D 変換器アレイの回路構成図である。

【図 4】

図 1 の実施形態の積分回路の詳細回路構成図である。

【図 5】

図 1 の実施形態の画像処理回路の構成を示す図である。

【図 6】

図 1 の実施形態の重心検出回路の構成を示す図である。

【図 7】

図 1 の実施形態のマスク演算回路の構成を示す図である。

【図 8】

図 1 の実施形態の信号変換器の詳細構成を示すブロック図である。

【図 9】

図 1 の実施形態における演算処理の概要を説明する図である。

【図 1 0】

画像演算処理結果の信号と生画像の画像データのタイミングを示す図である。

【図 1 1】

従来技術における演算処理と画像表示のタイミングチャートである。

【図 1 2】

図 1 の実施形態における演算処理と画像表示のタイミングチャートである。

【図 1 3】

抽出する画像イメージを示す図である。

【図 1 4】

本発明に係る高速画像処理カメラシステムの第 2 の実施形態のブロック図である。

【図 1 5】

本発明に係る高速画像処理カメラシステムの第 3 の実施形態のブロック図である。

【符号の説明】

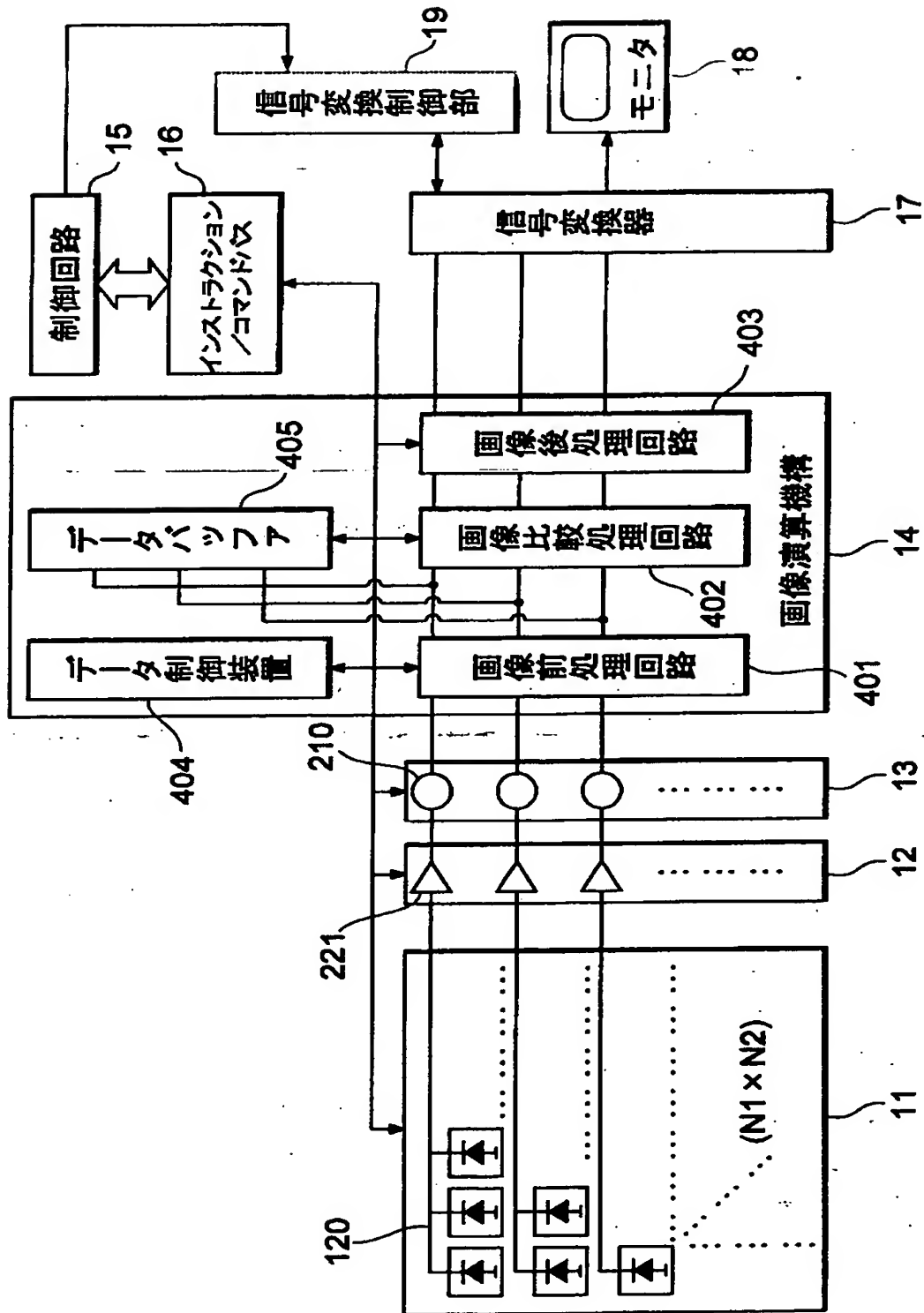
1 1 …受光素子アレイ、1 2 …アンプ、1 3 …A/D変換器アレイ、1 4 …演算素子アレイ、1 5 …制御回路、1 6 …インストラクション/コマンドバス、1 7 …信号変換器、1 8 …モニター、1 9 …信号変換制御部、1 0 0 …受光部、1 1 0 …垂直受光部、1 2 0 …受光素子、1 3 0 …光電変換素子、1 4 0 …スイッ

チ素子、200…信号処理部、210…A/D変換器、220…積分回路、221…チャージアンプ、222…可変容量部、223…スイッチ素子、230…比較回路、240…容量制御機構、300…タイミング制御部、310…基本タイミング部、320…垂直シフトレジスタ、340…制御信号部、401…前処理回路、402…比較処理回路、403…後処理回路、404…データ制御装置、405…データバッファ、409…重心検出回路、C1～C4…容量素子、SW11～SW14、SW21～SW24…スイッチ素子。

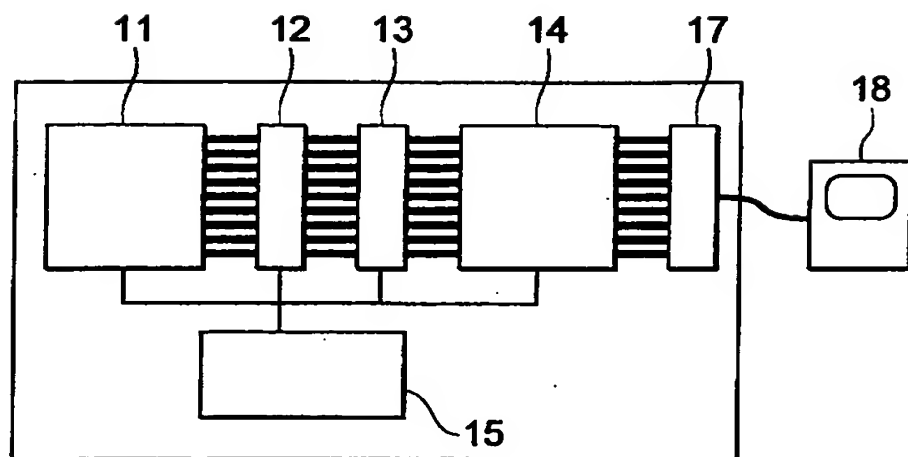
【書類名】

図面

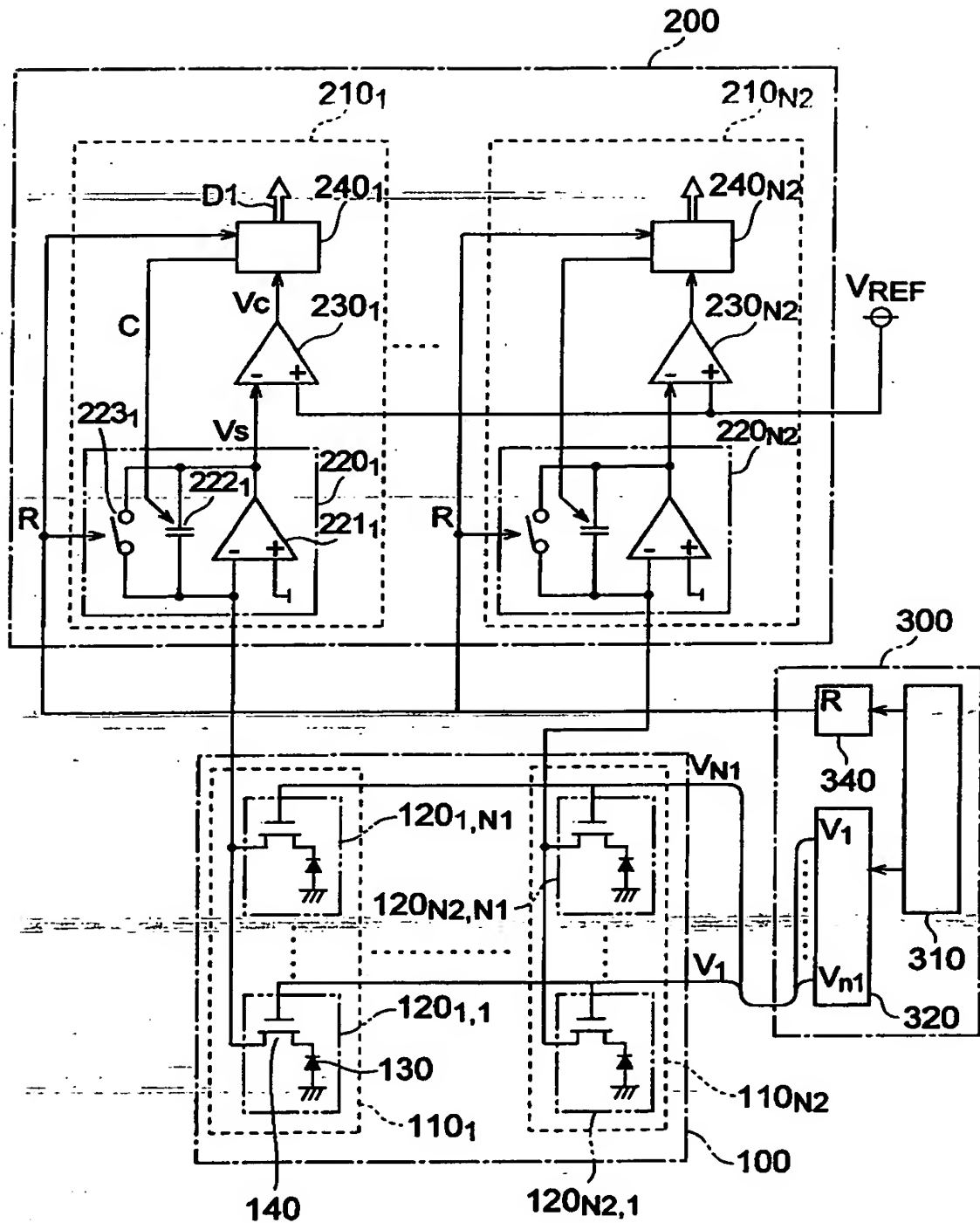
【図 1】



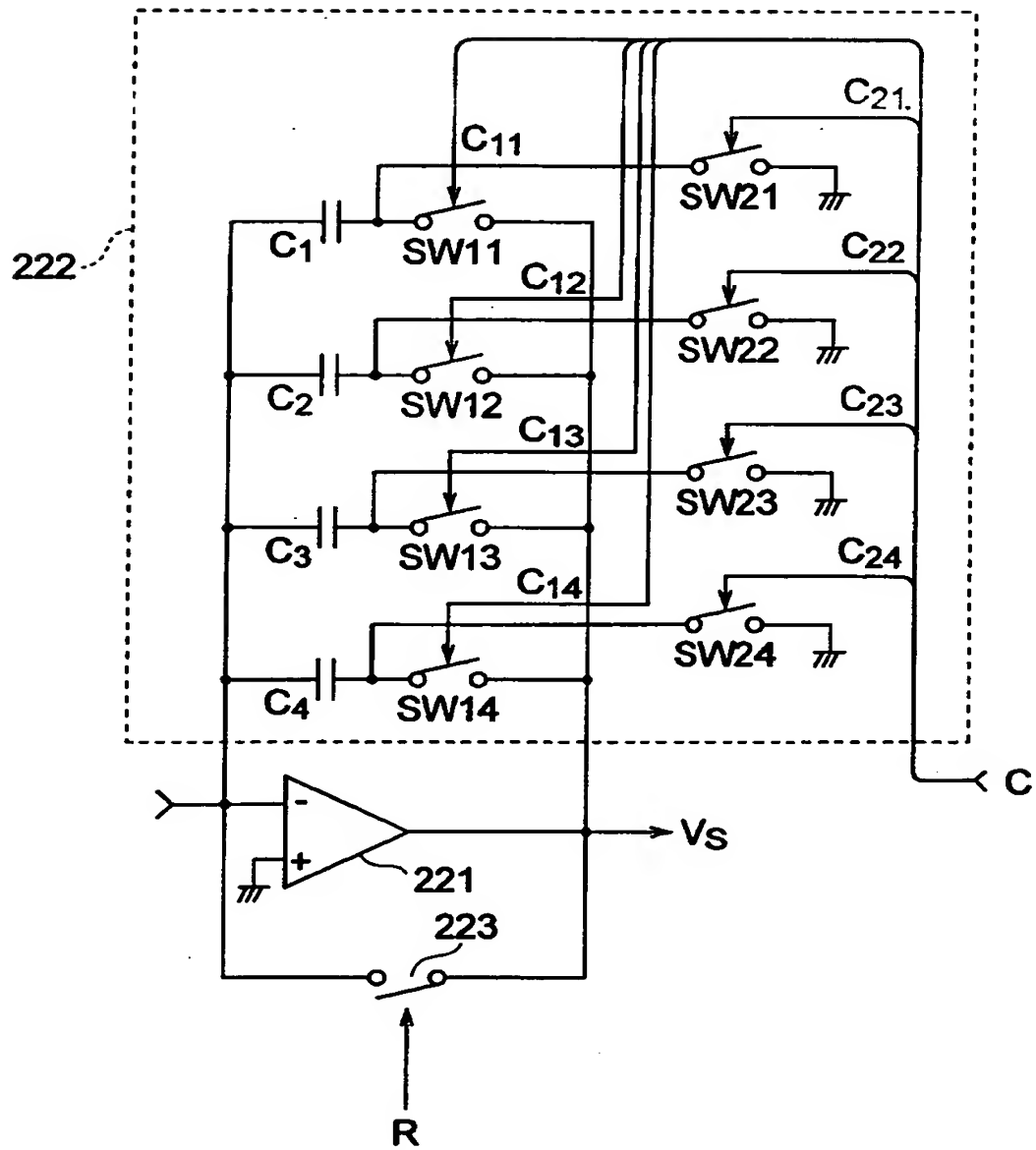
【図 2】



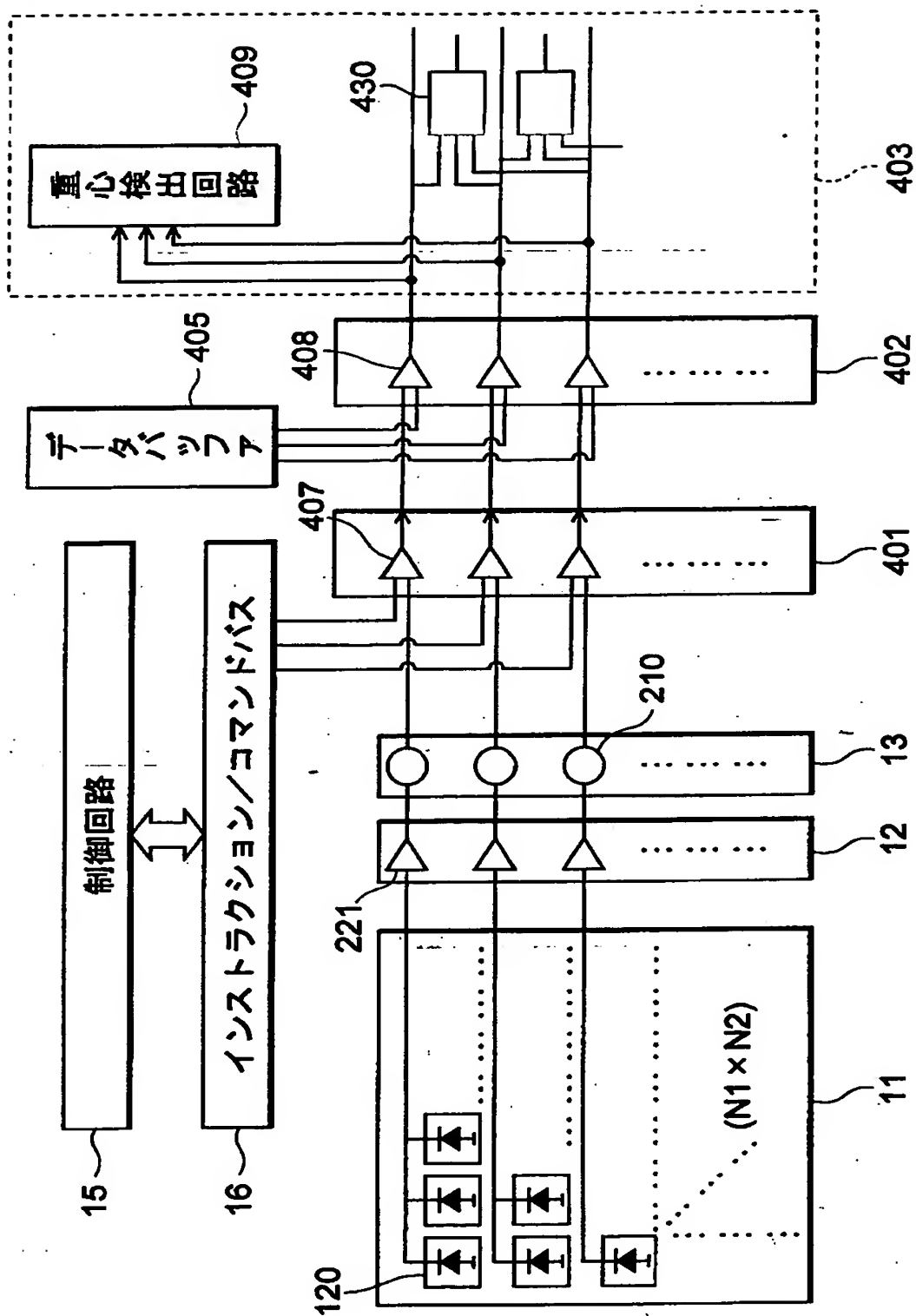
【図 3】



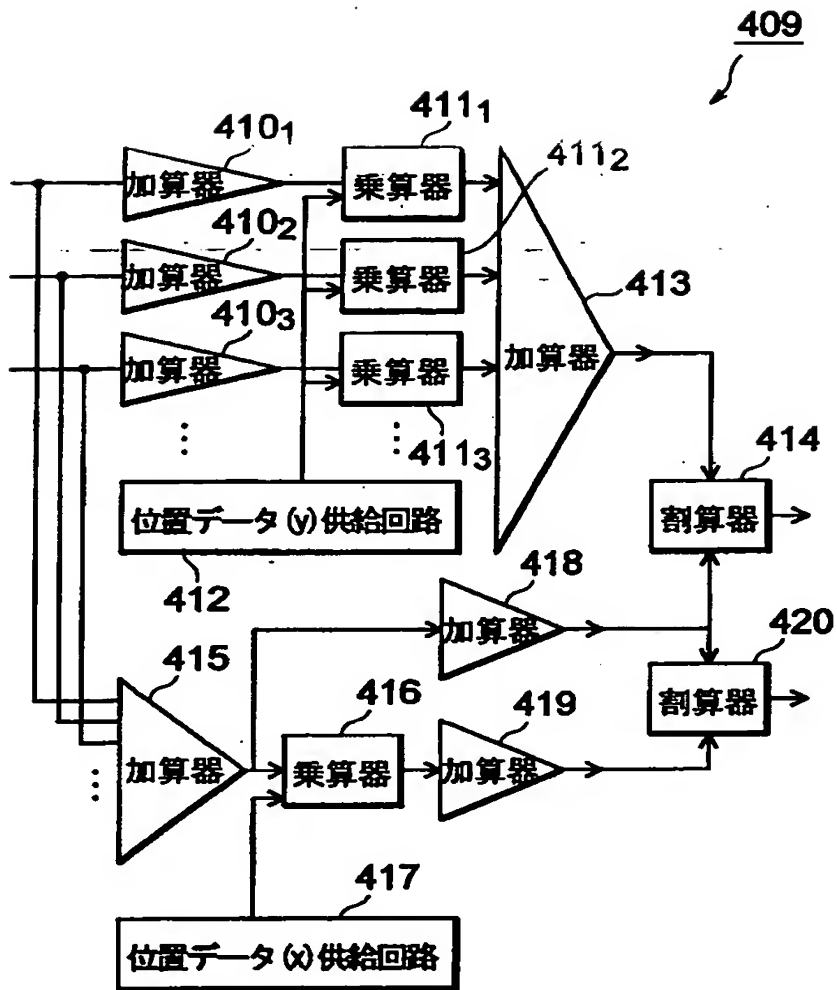
【図 4】



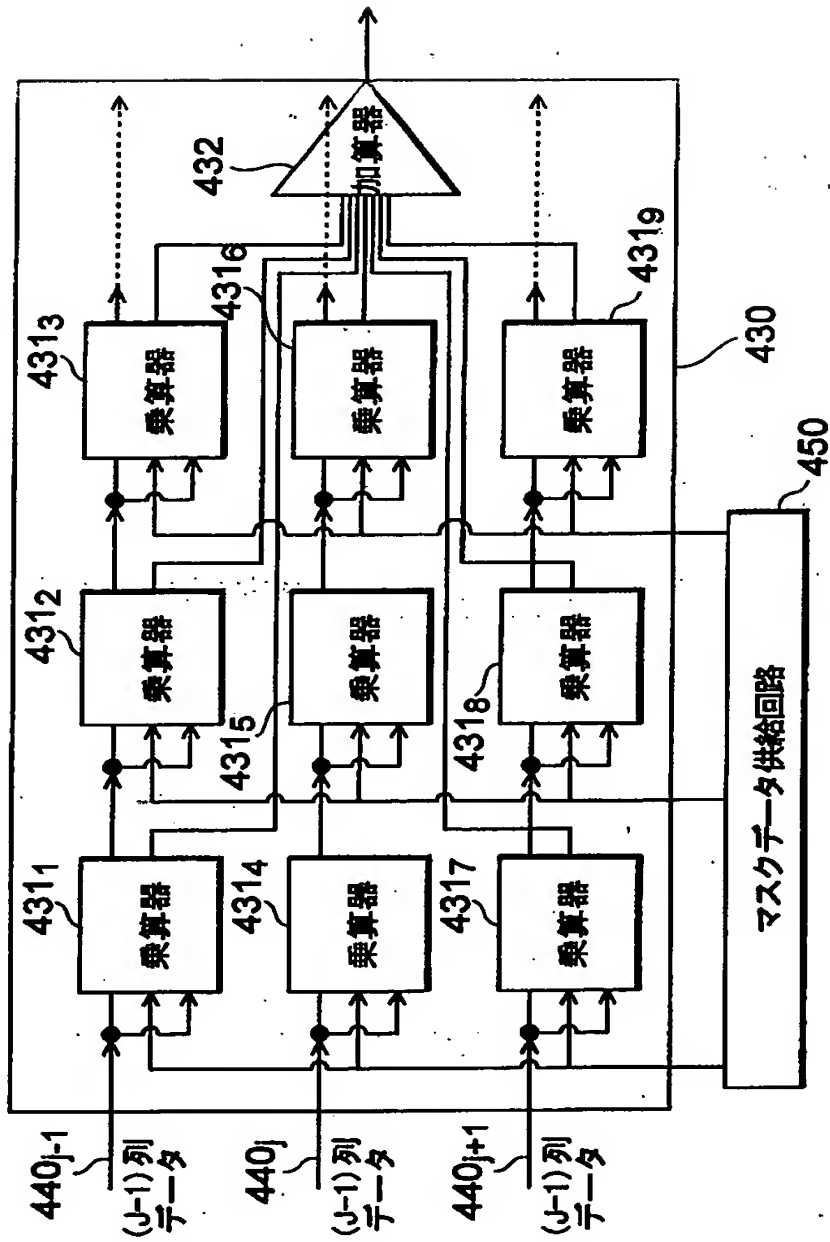
【図 5】



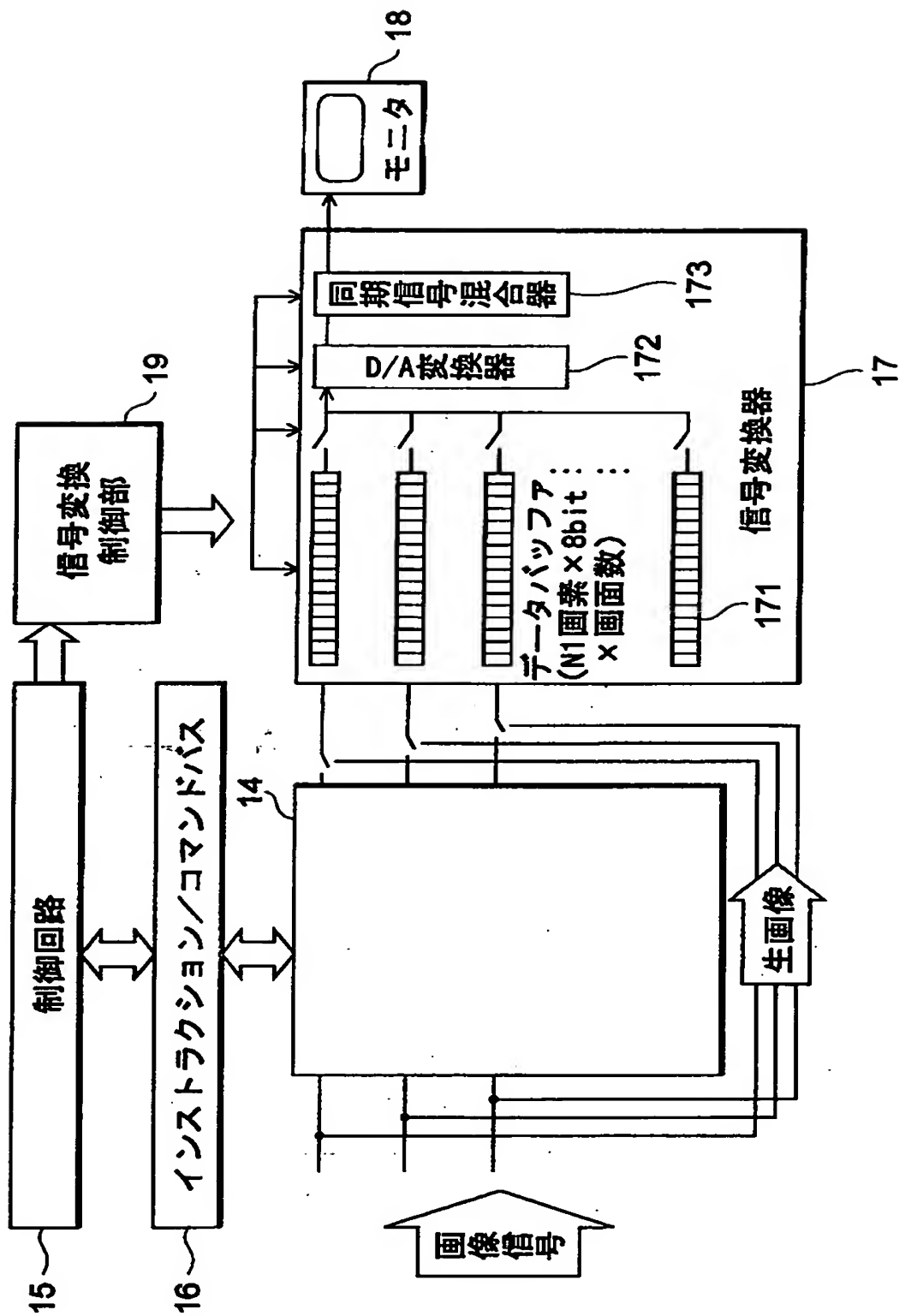
【図 6】



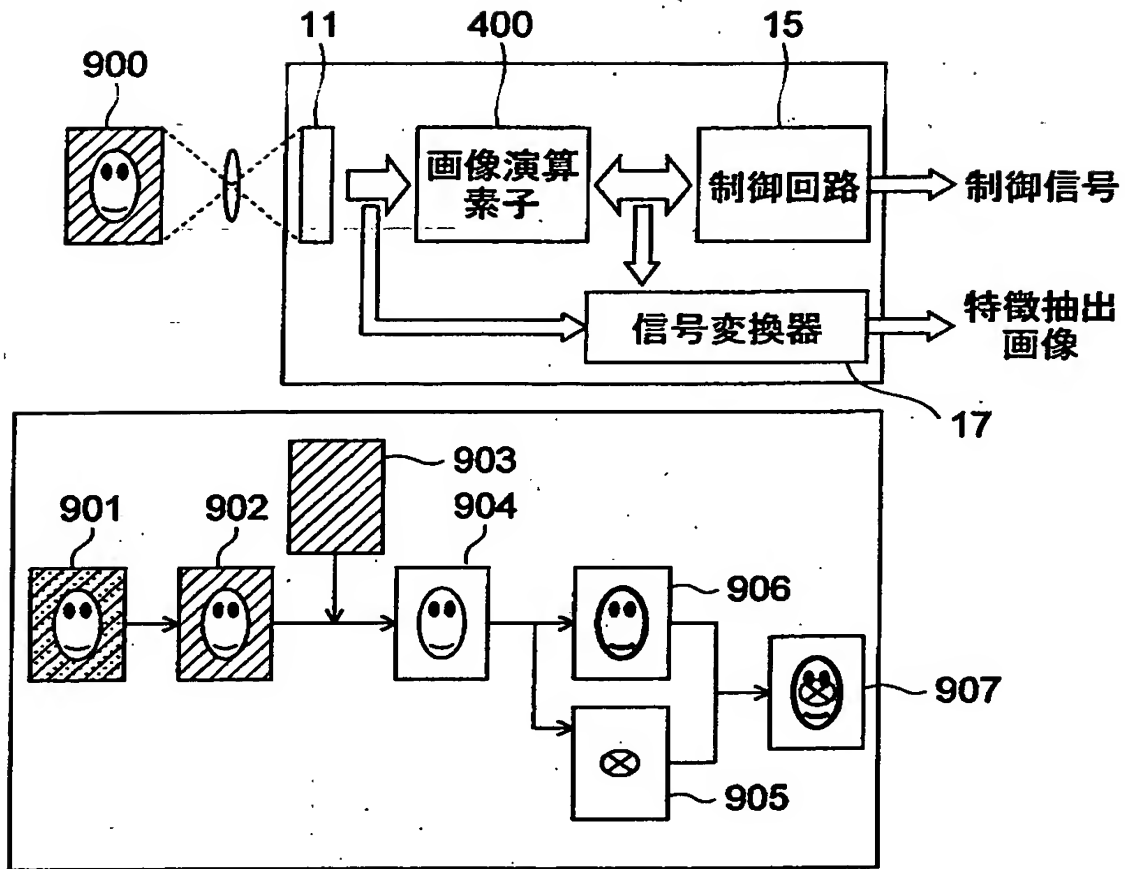
【図 7】



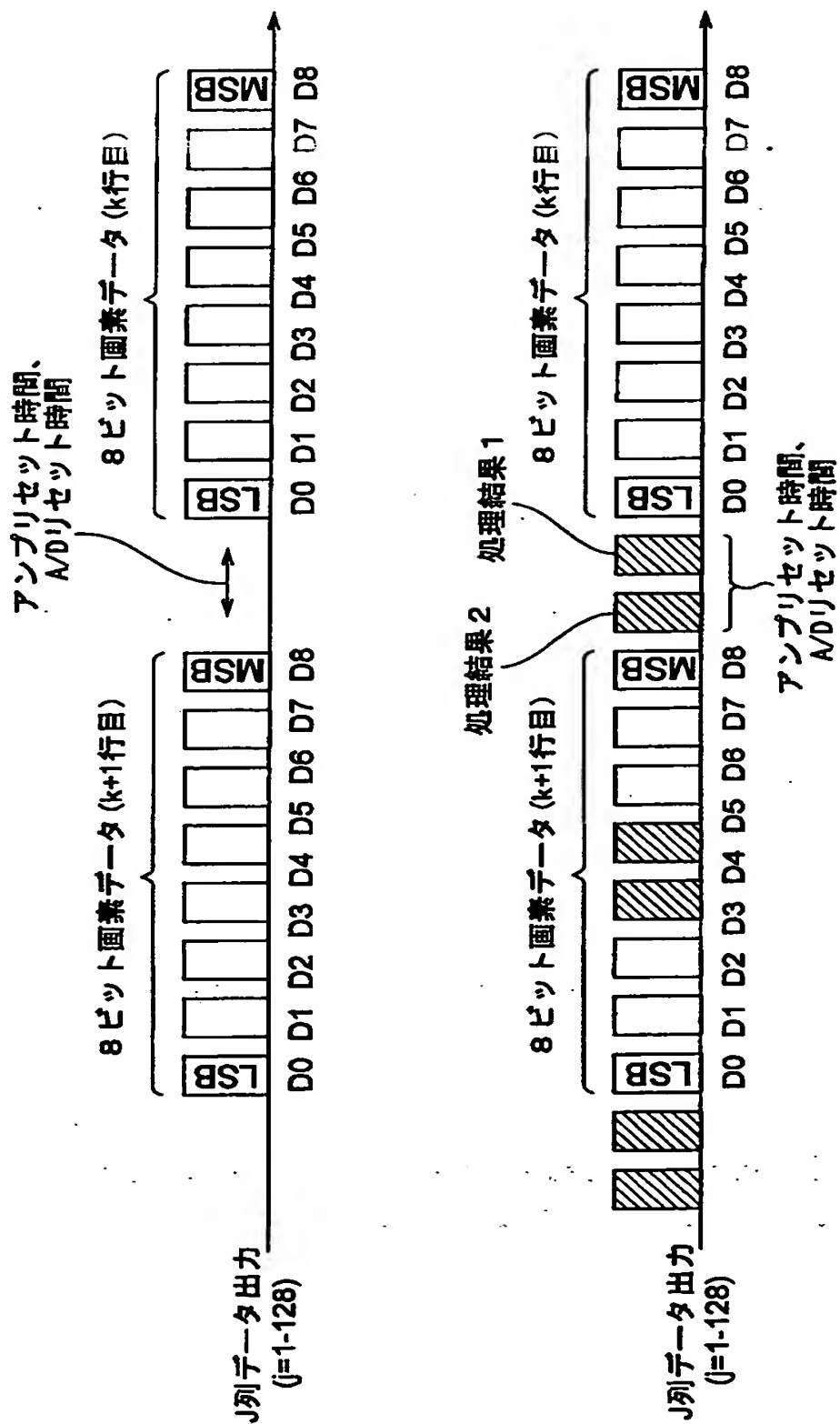
【図 8】



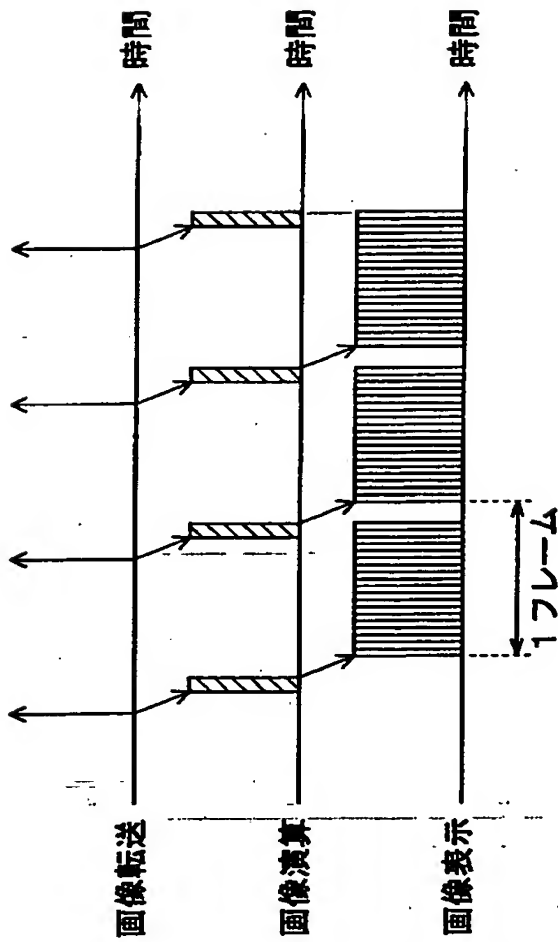
【图 9】



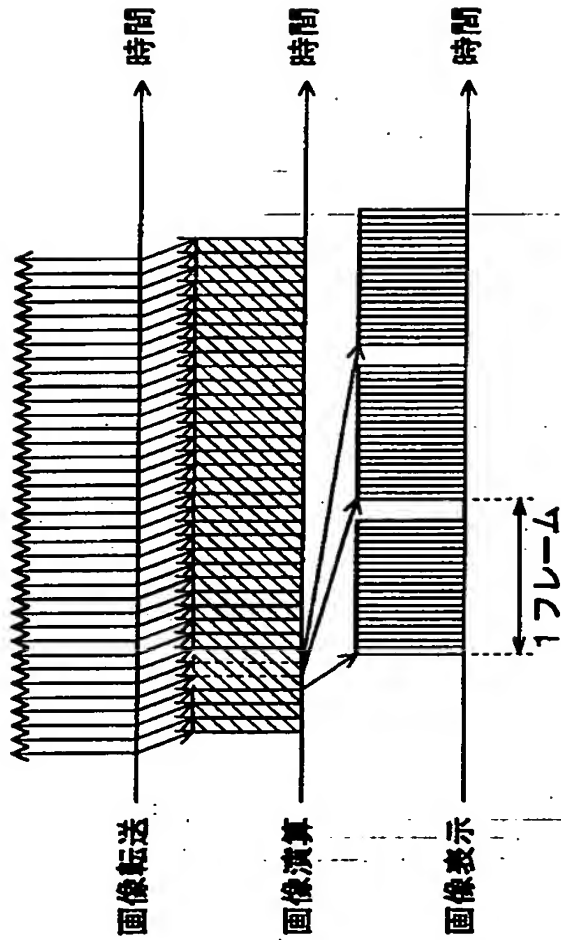
【図10】



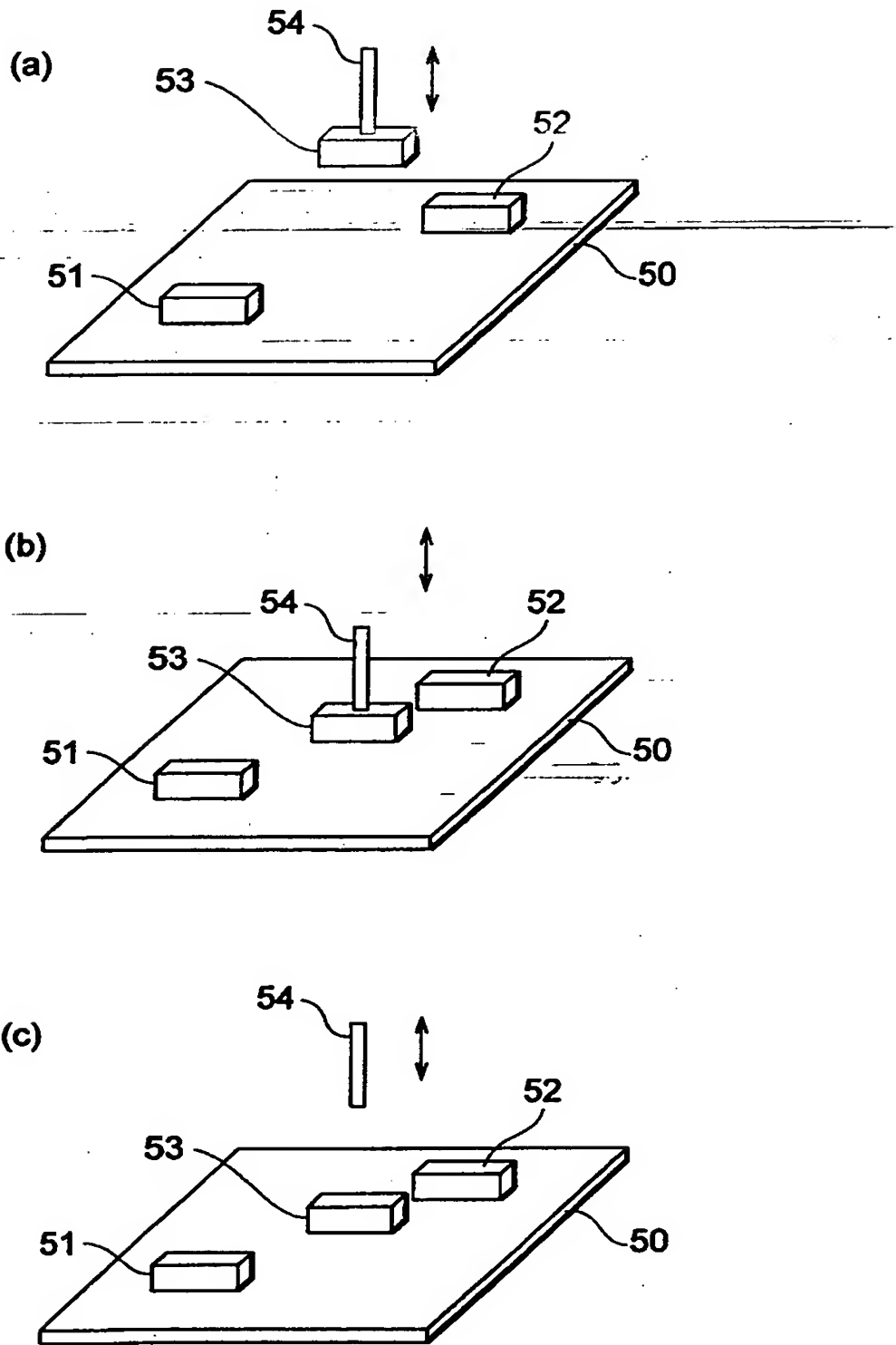
【図 1 1】



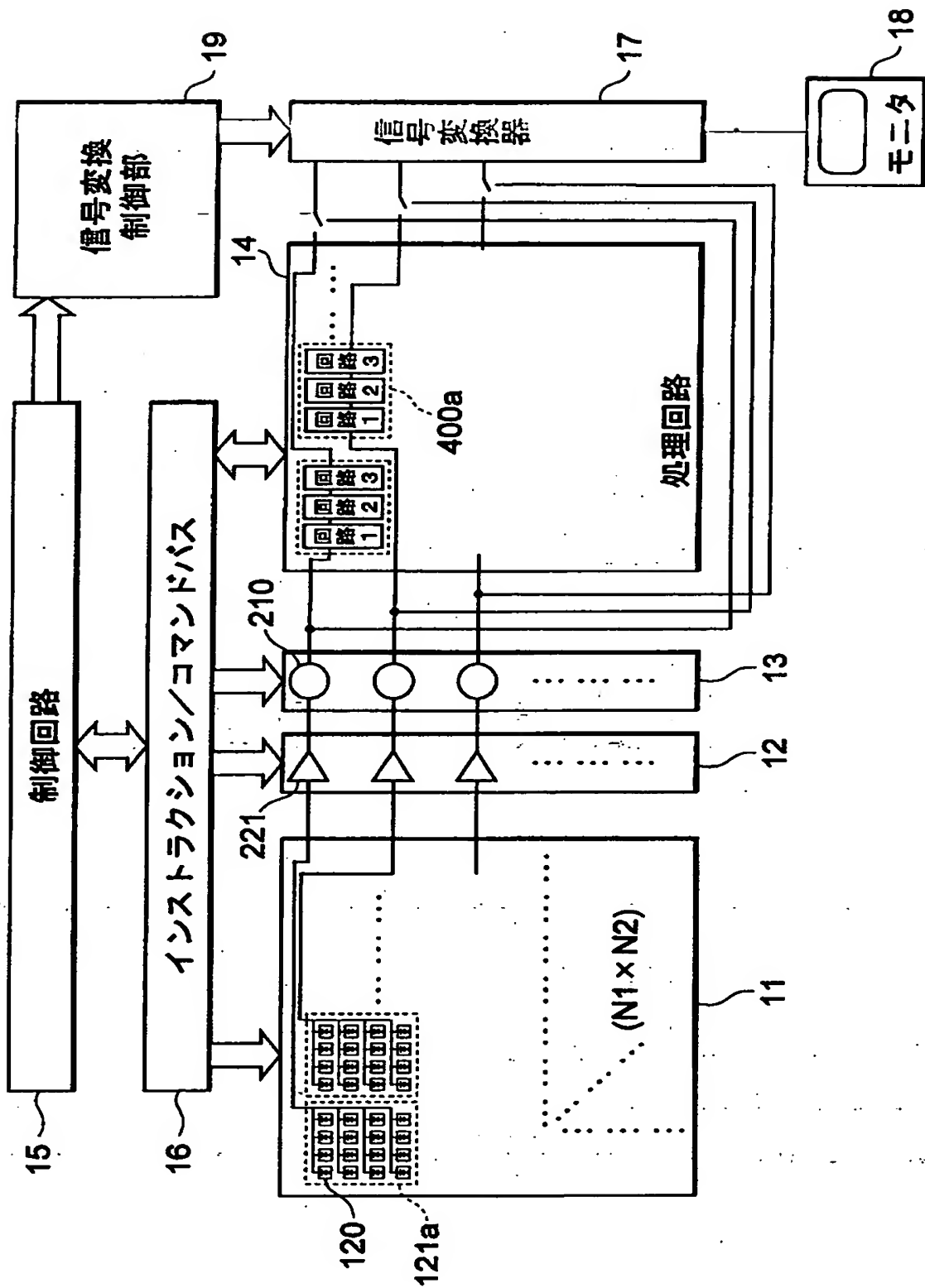
【図 12】



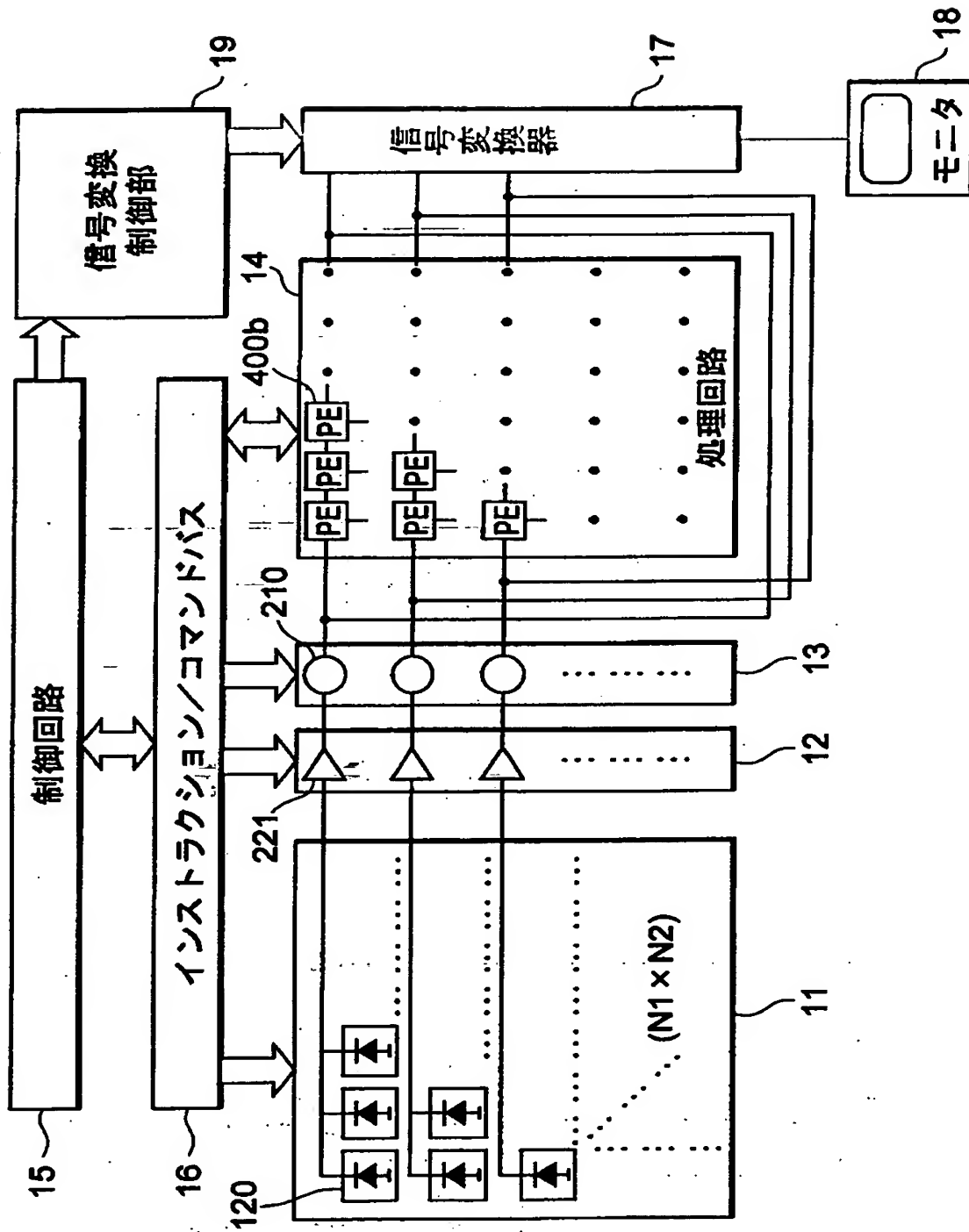
【図 1 3】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高速での画像演算を行うとともに、特に重要なタイミングにおける画像をモニター可能な高速画像処理カメラを提供する。

【解決手段】 受光素子アレイ 1 1 の各列の受光素子 1 2 0 に対して 1 個の A/D 変換器 2 1 0 を対応させた A/D 変換器アレイ 1 3 と、前処理回路 4 0 1、比較処理回路 4 0 2、後処理回路 4 0 3、データバッファ 4 0 5 を有する画像演算機構と、A/D 変換器 2 1 0 と画像演算機構 1 4 の出力信号を合成してモニタ 1 8 の表示に適したフレームレートにダウンコンバートする信号変換器 1 7 とを備えている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000236436]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 静岡県浜松市市野町1126番地の1

氏 名 浜松ホトニクス株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)